

# **ПОВЫШЕНИЕ СЛУЖЕБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМООБРАБОТАННЫХ ПЛИТ СПЛАВА 1370 ПУТЕМ ТЕРМОДЕФОРМАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ**

***Кондакова И.В.***

*Руководитель – доц., к.т.н. Железняк Л.М.*

ОАО «КУМЗ», г. Каменск-Уральский

Kondakova10@mail.ru

Представлены результаты исследований структуры, механических и коррозионных свойств плит размерами 18-20×750×1000 мм из сплава марки 1370 в состоянии поставки Т1, изготовленных по технологической схеме, включающей низкотемпературную термодиформационную обработку (НТДО). Плиты в соответствии с техническим заданием изготавливались неплакированными в состоянии НТДО со степенью остаточной деформации 15 и 17 %.

Сплав марки 1370 относится к сплавам системы Al-Mg-Si-Cu и является конструкционным коррозионностойким свариваемым термически упрочняемым сплавом. При среднем уровне прочности (400...450 МПа) он обладает высокой технологичностью при горячей и холодной деформации, достаточно высокой характеристикой трещиностойкости и высокой стойкостью к межкристаллитной коррозии.

Перед применением у заказчика плиты проходят искусственное старение, поэтому свойства плит испытываются на образцах в закаленном, правленном и искусственно состаренном состоянии (Т1). Уровень механических свойств плит должен удовлетворять следующим требованиям:  $\sigma_b \geq 400$  МПа,  $\sigma_{0,2} \geq 360$  МПа,  $\delta \geq 8$  %.

Материалом для исследований являлись поперечные темплеты длиной 300 мм.

Для изготовления плит была использована отфрезерованная литая гомогенизированная заготовка размерами 335×1340×1000 мм. Гомогенизация слитка была проведена по двухступенчатому режиму: 1-я ступень:  $t = 440...460$  °С,  $\tau = 6$  ч; 2-я ступень:  $t = 535...550$  °С,  $\tau = 12$  ч. Механическая обработка плоского слитка сечением 355×1371 мм под горячую прокатку была проведена по действующей технологии: обрезка литниковой (~ 250...350 мм) и донной (~ 300 мм) частей, механическая обработка узких граней и фрезерование широких граней слитков. Нагрев заготовки перед прокаткой проводили в печи струйного нагрева при  $t = 350...370$  °С,  $\tau = 6$  ч. Продольно-поперечная горячая прокатка осуществлялась на стане кварто-2840 при температуре начала 370 °С, конца – 345 °С по серийной схеме обжатий с раскаткой на ширину 1700 мм. Получено 2 горячекатаные плиты размерами 23,0×1750×6500 мм.

Горячекатаные плиты закаливались в горизонтальном закалочном агрегате орошением водой. Перед нагревом под закалку в одну из плит были зачеканены термодатчики на глубину 10 мм, и механическим способом закреплен прибор «Data Pag» для фиксации скорости нагрева и охлаждения. Затем производили правку плит растяжением с остаточной деформацией 2,1...2,3 % и далее холодную деформацию по двум схемам со степенью остаточной деформации ( $\epsilon$ ): деформация растяжением ( $\epsilon = 1\%$ ) и деформация прокаткой ( $\epsilon = 12\%$  и  $16,2\%$ ).

С целью исключения обрыва при высоких  $\epsilon$  боковые кромки плиты были обрезаны, и ширина плиты перед правкой растяжением составляла 1600 мм. Толщина плиты после повторной правки растяжением уменьшилась от 23,0 мм до 20,9 мм, ширина в середине по длине составила 1530 мм. Отклонение от плоскостности плиты составило 2,0...2,2 мм/м. Плита, закаленная, правленная с  $\epsilon = 2,1...2,3\%$ , была раскроена по ширине на две плиты шириной 820 мм и обе плиты были прокатаны на стане холодной листовой прокатки кварто-1560: плита № 1 с  $\epsilon = 12\%$ ; плита № 2 с  $\epsilon = 16,2\%$ .

Видимых рванин и трещин на боковых кромках плит не было. После холодной прокатки плиты были подвергнуты правке растяжением:

- плита № 1 с  $\epsilon = 1,7\%$  (произошло разрушение плиты на две части из-за наличия незначительной трещины на кромке);
- плита № 2 с  $\epsilon = 3,0\%$  (без разрушения плиты).

Плиты были порезаны на заготовки требуемых размеров, отобраны темплеты размерами 300×400 мм для проведения исследования структуры, испытаний механических и коррозионных свойств. Исследование проводилось в состоянии T1 после искусственного старения в лабораторных печах. Было опробовано 2 режима старения: I режим – одноступенчатый:  $t = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 10\text{ ч}$ ; II режим – двухступенчатый: 1 ступень:  $t = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 10\text{ ч}$ ; 2 ступень:  $t = 140\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 24\text{ ч}$ .

Макроструктура поперечных шлифов плит однородная, плотная, без дефектов металлургического характера. В направлении прокатки формируется волокнистая микроструктура. В сечении, поперечном направлению прокатки, зерно имеет преимущественную ориентацию в направлении, поперечном прокатке, его размеры 166...332 мкм. В направлении, поперечном по толщине, размеры зёрен 71...95 мкм.

Образцы для проведения испытаний механических свойств при растяжении вырезались из центральных слоев по толщине плиты, причем было установлено, что при комнатной температуре они почти не зависят от режима старения, поэтому целесообразнее использовать одноступенчатый режим старения. Испытание плит на чувствительность к МКК показало их удовлетворительную стойкость: независимо от вида и степени деформации плиты характеризуются как стойкие.

При анализе уровня механических свойств плит, изготовленных с применением НТДО и без неё, очевидно, что НТДО позволяет существенно повысить прочностные характеристики, особенно  $\sigma_{0,2}$ , при одинаковых режимах закалки и искусственного старения. При анализе уровня механических свойств плит, изготовленных с применением НТДО по различным технологиям (правка только растяжением и правка с применением холодной прокатки), видно, что значения  $\sigma_B$ ,  $\sigma_{0,2}$ ,  $\delta$  отличаются незначительно.

Исходя из анализа уровня механических свойств плит, наиболее оптимальной следует выбрать технологию с применением только правки растяжением с  $\varepsilon$  в пределах 13,0...17,0 %. В этом случае при термоадьюстажной обработке плит задействовано меньше единиц оборудования, исключаются дополнительные транспортные операции, что позволит значительно сократить производственный цикл и обеспечить лучшее качество поверхности плит. Свойства плит, состаренных по различным режимам старения, отличаются незначительно, поэтому оптимальным признан одноступенчатый режим искусственного старения, который позволяет сократить производственный цикл без потери качества продукции. Применение НТДО позволило снизить глубину поражений МКК до уровня менее 0,10 мм при обеспечении высокого уровня прочностных свойств. Таким образом, можно сделать вывод о целесообразности использования НТДО при производстве плит из сплава марки 1370.